

CHƯƠNG 6

Phép tính quan hệ (Ngôn ngữ tân từ)

Bài giảng môn Cơ sở dữ liệu

© Bộ môn Hệ Thống Thông Tin - Khoa Công Nghệ Thông Tin - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Nội dung

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
 - Tuple Relational Calculus (TRC)
- Phép tính quan hệ trên miền
 - Domain Relational Calculus (DRC)

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

2

Nội dung

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
- Phép tính quan hệ trên miền

Giới thiệu (tt)

- Ngôn ngữ truy vấn hình thức dựa trên lý thuyết logic do Codd đề nghị năm 1972
- Sử dụng biểu thức logic để định nghĩa hình thức kết quả câu truy vấn
 - Dựa trên lý thuyết logic
 - Phi thủ tục
 - Rút trích “**cái gì**” hơn là “**làm thế nào**”
- Khả năng diễn đạt tương đương ĐSQH

■ Phân loại

- Phép tính quan hệ trên bộ
 - Biến thiên trên bộ trong quan hệ
 - SQL (Structured Query Language)
- Phép tính quan hệ trên miền
 - Biến thiên trên thành phần miền giá trị
 - QBE (Query By Example)
 - DataLog (Database Logic) ???

- Giới thiệu
- **Nhắc lại về lý thuyết logic**
- Phép tính quan hệ trên bộ
- Phép tính quan hệ trên miền

- **Biểu thức logic** : phát biểu luôn có giá trị “đúng” hay “sai”
 - Bây giờ là tháng 8.
 - $1 > 5$ (phát biểu hằng sai)
- **Các khái niệm** :
 - Biến : đại lượng biến thiên
 - x, y, z, \dots
 - Phép toán logic
 - \neg : phủ định, \Rightarrow : kéo theo, \wedge : và, \vee : hoặc
 - Lượng từ
 - \exists : tồn tại, \forall : với mọi
 - Công thức : các biểu thức xây dựng dựa trên biểu thức logic

- **Một số ví dụ về công thức logic**
 - $P(t), \neg P(t), Q(t)$
 - $\neg P(t) \wedge Q(t)$
 - $\exists t(P(t))$
 - $\forall t(P(t))$

- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- **Phép tính quan hệ trên bộ**
- Phép tính quan hệ trên miền

- Biểu thức phép tính quan hệ trên bộ có dạng

$$\{ t.A \mid P(t) \}$$

- t là biến bộ
 - Có giá trị là một bộ của quan hệ trong CSDL
 - $t.A$ là giá trị của bộ t tại thuộc tính A
- P là công thức có liên quan đến t
 - $P(t)$ có giá trị ĐÚNG hoặc SAI phụ thuộc vào t
- Kết quả trả về là tập các bộ t sao cho $P(t)$ đúng

- Tìm các giáo viên có lương trên 2000

$$\{ t \mid \underbrace{GIAOVIEN(t) \wedge t.LUONG > 2000}_{P(t)} \}$$

- Tìm các bộ t thuộc quan hệ giáo viên và thuộc tính lương có giá trị trên 2000

- Kết quả : t là các bộ thỏa mãn $P(t)$ và $Q(t)$ đúng
- $GIAOVIEN(t)$ đúng
 - Nếu t là một bộ của quan hệ GIAOVIEN
- $t.LUONG > 2000$ đúng
 - Nếu thuộc tính LUONG của t có giá trị trên 2000

- Tìm mã và họ tên giáo viên có lương trên 2000

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid \underbrace{GIAOVIEN(t) \wedge t.LUONG > 2000}_{P(t)} \}$$

- Tập các MAGV và HOTEN của những bộ t sao cho t là một thể hiện của GIAOVIEN và t có giá trị lớn hơn 2000 tại thuộc tính LUONG

- Kết quả :
- Tìm những bộ t thuộc GIAOVIEN có thuộc tính lương lớn hơn 2000
- Lấy ra các giá trị tại thuộc tính MAGV và HOTEN

Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'

- Lấy ra những bộ t thuộc GIAOVIEN
- So sánh t với một bộ s nào đó để tìm ra những giáo viên làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'
- Lượng t "tồn tại" của phép toán logic

$(\exists t)(P(t))$

Tồn tại 1 bộ t sao cho biểu thức P(t) đúng

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

13

Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn 'Hệ thống thông tin'

$\{ t.MAGV \mid GIAOVIEN(t) \wedge$

$(\exists s) (BOMON(s) \wedge$

$s.TENBM = \text{'Hệ thống thông tin'} \wedge$

$s.MABM = t.MABM) \}$

Q(s)

GIAOVIEN			BOMON		MAGV
MAGV	HOTEN	MABM	MABM	TENBM	
1	Nguyễn Hoài An	HTTT	HTTT	Hệ thống thông tin	1
2	Trần Trà Hương	MMT	CNPM	Công nghệ phần mềm	4
3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM	MMT	Mạng máy tính	
4	Lý Hoàng Hà	HTTT			

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

14

Ví dụ 4



- Cho biết tên các giáo viên (HOTEN) tham gia đề tài hoặc là trưởng bộ môn

$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$

$(\exists s)(THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \vee$

$(\exists u)(BOMON(u) \wedge t.MAGV = u.TRUONGBM) \}$

	GIAOVIEN		THAMGIADT		BOMON	
	MAGV	HOTEN	MAGV	MADT	MABM	TRUONGBM
t1	1	Nguyễn Hoài An	1	1	HTTT	1
t2	2	Trần Trà Hương	3	2	CNPM	4
t3	3	Nguyễn Nam Sơn			MMT	null
t4	4	Lý Hoàng Hà				

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

15

Ví dụ 5



- Cho biết tên các giáo viên (HOTEN) vừa không tham gia đề tài vừa không chủ nhiệm đề tài

$\{ t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$

$\neg (\exists s) (THAMGIADT(s) \wedge t.MAGV = s.MAGV) \wedge$

$\neg (\exists u) (DETAI(u) \wedge t.MAGV = u.GVCNDT) \}$

	GIAOVIEN		THAMGIADT		DETAI	
	MAGV	HOTEN	MAGV	MADT	MADT	GVCNDT
	1	Nguyễn Hoài An	1	1	1	1
	2	Trần Trà Hương	3	2	2	2
	3	Nguyễn Nam Sơn			3	null
	4	Lý Hoàng Hà				

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

16

Ví dụ 6



- Với mỗi bộ môn của khoa CNTT, cho biết họ tên giáo viên là trưởng bộ môn.

$\{s.MABM, t.HOTEN \mid BOMON(s) \wedge GIAOVIEN(t) \wedge s.MAKHOA = 'CNTT' \wedge s.TRUONGBM = t.MAGV\}$

BOMON		
MABM	MAKHOA	TRUONGBM
HTTT	CNTT	1
CNPM	CNTT	4
MMT	CNTT	null

GIAOVIEN		
MAGV	HOTEN	MABM
1	Nguyễn Hoài An	HTTT
2	Trần Trà Hương	MMT
3	Nguyễn Nam Sơn	CNPM
4	Lý Hoàng Hà	CNPM

MABM	HOTEN
HTTT	Nguyễn Hoài An
CNPM	Lý Hoàng Hà

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

17

Ví dụ 7



- Cho biết tên các giáo viên nữ và tên khoa quản lý giáo viên này

$\{t.HOTEN, u.TENKHOA \mid GIAOVIEN(t) \wedge KHOA(u) \wedge t.PHAI = 'Nữ' \wedge (\exists s)(BOMON(s) \wedge s.MAKHOA = u.MAKHOA \wedge s.MABM = t.MABM)\}$

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

18

Ví dụ 8



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài
- Cấu trúc “với mọi” của phép toán logic

$(\forall t) (P(t))$

Mọi bộ t phải làm cho biểu thức P đúng

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

19

Ví dụ 8 (tt)



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài

$\{t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge (\forall s)(DETAI(s) \wedge (\exists u)(THAMGIADT(u) \wedge u.MADT = s.MADT \wedge t.MAGV = u.MAGV))\}$

GIAOVIEN			DETAI			THAMGIADT		
	MAGV	HOTEN		MADT	TENDT		MAGV	MADT
t1	1	Nguyễn Hoài An	s1	1	...	u1	1	1
t2	2	Trần Trà Hương	s2	2	...	u2	2	2
t3	3	Nguyễn Nam Sơn	s3	3	...	u3	4	1
t4	4	Lý Hoàng Hà				u4	4	2
						u5	4	3

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

20

Ví dụ 9



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài do giáo viên mã số 2 làm chủ nhiệm

- Cấu trúc “kéo theo” của phép tính logic

$$P \Rightarrow Q$$

Nếu P thì Q

Ví dụ 9 (tt)



- Tìm các giáo viên (MAGV, HOTEN) tham gia vào tất cả các đề tài do giáo viên mã số 2 làm chủ nhiệm

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$$

$$(\forall s)((DETAI(s) \wedge$$

$$s.GVCNDT = 2) \Rightarrow (\exists u(THAMGIADT(u) \wedge$$

$$u.MADT = s.MADT \wedge$$

$$t.MAGV = u.MAGV))) \}$$

GIAOVIEN		DETAI		THAMGIADT	
MAGV	HOTEN	MADT	GVCNDT	MAGV	MADT
t1	1	Nguyễn Hoài An	s1	1	2
t2	2	Trần Trà Hương	s2	2	1
t3	3	Nguyễn Nam Sơn	s3	3	2
t4	4	Lý Hoàng Hà	s4	4	null
			s5	5	4

$$\{ t.MAGV, t.HOTEN \mid GIAOVIEN(t) \wedge$$

$$(\forall s)((DETAI(s) \wedge$$

$$s.GVCNDT = 2) \Rightarrow (\exists u(THAMGIADT(u) \wedge$$

$$u.MADT = s.MADT \wedge$$

$$t.MAGV = u.MAGV))) \}$$



MAGV
1
2

Định nghĩa hình thức



- Một công thức truy vấn tổng quát có dạng

$$\{ t_1.A_i, t_2.A_j, \dots, t_n.A_k \mid P(t_1, t_2, \dots, t_n) \}$$

- t1, t2, ..., tn là các biến bộ
- Ai, Aj, ..., Ak là các thuộc tính trong các bộ t tương ứng
- P là công thức
 - P là công thức nguyên tố
 - Hoặc được hình thành từ những công thức nguyên tố

Biến tự do (free variable)

$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.\text{LUONG} > 2000 \}$

t là biến tự do

Biến kết buộc (bound variable)

$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge (\exists s)(\text{BOMON}(s) \wedge s.\text{MABM} = t.\text{MABM} \wedge s.\text{TENBM} = \text{"Hệ thống thông tin"}) \}$

Biến tự do

Biến kết buộc

(i) $R(t)$

- t là biến bộ
- R là quan hệ

GIAOVIEN (t)

(ii) $t.A \theta s.B$

- A là thuộc tính của biến bộ t
- B là thuộc tính của biến bộ s
- θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

t.MAGV = s.MAGV

(iii) $t.A \theta c$

- c là hằng số
- A là thuộc tính của biến bộ t
- θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

s.LUONG > 30000

Mỗi công thức nguyên tố đều mang giá trị ĐÚNG hoặc SAI

- Gọi là chân trị của công thức nguyên tố

Công thức (i) $t \in R$

- Chân trị ĐÚNG nếu t là một bộ thuộc R
- Chân trị SAI nếu t không thuộc R

R	A	B	C
	α	10	1
	α	20	1

t1 = $\langle \alpha, 10, 1 \rangle$
t2 = $\langle \alpha, 20, 2 \rangle$

t1 $\in R$ có chân trị ĐÚNG
t2 $\in R$ có chân trị SAI

Công thức (ii) và (iii)

$t.A \theta s.B$ $t.A \theta c$

- Chân trị tùy thuộc vào việc thay thế giá trị thật sự của bộ vào vị trí biến bộ

R	A	B	C
	α	10	1
	α	20	1

Nếu t là bộ $\langle \alpha, 10, 1 \rangle$
Thì t.B > 5 có chân trị ĐÚNG (10 > 5)

- Được hình thành từ công thức nguyên tố thông qua các phép toán logic hoặc các lượng từ
 - Phủ định $\neg P(t)$
 - Toán tử và $P(t) \wedge Q(t)$
 - Toán tử hoặc $P(t) \vee Q(t)$
 - Cấu trúc tồn tại $(\exists t)(P(t))$
 - Cấu trúc với mọi $(\forall t)(P(t))$
 - Phép toán kéo theo : $P(t) \Rightarrow Q(t)$

- (1) Mọi công thức nguyên tố là công thức
- (2) Nếu P là công thức thì
 - $\neg(P)$ là công thức
 - (P) là công thức
- (3) Nếu P1 và P2 là các công thức thì
 - $P1 \vee P2$ là công thức
 - $P1 \wedge P2$ là công thức
 - $P1 \Rightarrow P2$ là công thức

- (4) Nếu P(t) là công thức thì
 - $\forall t (P(t))$ là công thức
 - Chân trị ĐÚNG khi P(t) ĐÚNG với mọi bộ t.
 - Chân trị SAI khi có ít nhất 1 bộ t làm cho P(t) SAI
 - $\exists t (P(t))$ là công thức
 - Chân trị ĐÚNG khi có ít nhất 1 bộ làm cho P(t) ĐÚNG
 - Chân trị SAI khi P(t) SAI với mọi bộ t

- (5) Nếu P là công thức nguyên tố thì
 - Các biến bộ t trong P là biến tự do
- (6) Công thức $P=P1 \wedge P2$, $P=P1 \vee P2$, $P=P1 \Rightarrow P2$
 - Sự xuất hiện của biến t trong P là tự do hay kết buộc phụ thuộc vào việc nó là tự do hay kết buộc trong P1, P2

Một số biến đổi



- (i) $P1 \wedge P2 = \neg (\neg P1 \vee \neg P2)$
- (ii) $\forall t (R(t) \wedge (P(t)) = \neg \exists t (\neg R(t) \vee \neg P(t))$
- (iii) $\exists t (R(t) \wedge (P(t)) = \neg \forall t (\neg R(t) \vee \neg (P(t))$
- (iv) $P \Rightarrow Q = \neg P \vee Q$

Công thức an toàn



▪ Xét công thức

$$\{ t \mid \neg (\text{GIAOVIEN}(t)) \}$$

- Có rất nhiều bộ t không thuộc quan hệ GIAOVIEN
- Thậm chí không có trong CSDL
- Kết quả trả về không xác định

▪ Một công thức P gọi là an toàn nếu các giá trị trong kết quả đều lấy từ miền giá trị của P

- $\text{Dom}(P)$
- Tập các giá trị được đề cập trong P

Công thức an toàn (tt)



▪ Ví dụ

$$\{ t \mid \text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.\text{LUONG} > 30000 \}$$

- $\text{Dom}(\text{GIAOVIEN}(t) \wedge t.\text{LUONG} > 30000)$
- Là tập các giá trị trong đó
 - Có giá trị trên 30000 tại thuộc tính LUONG
 - Và các giá trị khác tại những thuộc tính còn lại
- Công thức trên là an toàn

Nội dung



- Giới thiệu
- Nhắc lại về lý thuyết logic
- Phép tính quan hệ trên bộ
- **Phép tính quan hệ trên miền**

Phép tính quan hệ trên miền



- Biểu thức phép tính quan hệ trên miền có dạng

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n)\}$$

- x_1, x_2, \dots, x_n là các biến miền
 - Biến nhận giá trị là một miền giá trị của một thuộc tính
- P là công thức theo x_1, x_2, \dots, x_n
 - P được hình thành từ những công thức nguyên tố
- Kết quả trả về là tập các giá trị x_1, x_2, \dots, x_n sao cho khi các giá trị được thay thế cho các x_i thì P đúng

Ví dụ 1



- Cho biết mã và tên giáo viên có lương trên 3000

$$\{p, q \mid (\exists r) (\text{GIAOVIEN}(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge r > 3000) \}$$

GIAOVIEN(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA,
DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

Ví dụ 2



- Cho biết các giáo viên (MAGV) làm việc ở bộ môn ‘Hệ thống thông tin’

$$\{p \mid (\exists m) (\text{GIAOVIEN}(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge$$
$$(\exists a)(\exists b)(\text{BOMON}(a, b, c, d, e, f, j) \wedge$$
$$b = \text{'Hệ thống thông tin'} \wedge a = m) \}$$

GIAOVIEN(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA,
DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

BOMON(MABM, TENBM, PHONG, DIENTHOAI, TRUONGBM,
MAKHOA, NGAYNHANCHUC)

Ví dụ 3



- Cho biết các giáo viên (MAGV, HOTEN) không có tham gia đề tài nào

$$\{p, q \mid \text{GIAOVIEN}(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z, m) \wedge$$
$$\neg (\exists a)(\text{THAMGIADT}(a, b, c, d, e) \wedge a = p) \}$$

GIAOVIEN(MAGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHA,
DUONG, QUAN, THANHPHO, GVQLCM, MABM)

THAMGIADT(MAGV, MADT, STT, PHUCAP, KETQUA)

Công thức nguyên tố



- (i) $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$
 - x_i là biến miền
 - R là quan hệ có n thuộc tính
- (ii) $x \theta y$
 - x, y là các biến miền
 - Miền giá trị của x và y phải giống nhau
 - θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$
- (iii) $x \theta c$
 - c là hằng số
 - x là biến miền
 - θ là các phép so sánh $<, >, \leq, \geq, \neq, =$

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

41

Nhận xét



- Một công thức nguyên tố mang giá trị ĐÚNG hoặc SAI với một tập giá trị cụ thể tương ứng với các biến miền
 - Gọi là chân trị của công thức nguyên tố
- Một số qui tắc và biến đổi tương tự với phép tính quan hệ trên bộ

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

42

Công thức an toàn



■ Xét công thức

$$\{p, r, s \mid \neg \text{GIAOVIEN}(p, q, r, s, t, u, v, x, y, z)\}$$

- Các giá trị trong kết quả trả về không thuộc miền giá trị của biểu thức
- Công thức không an toàn

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

43

Công thức an toàn (tt)



■ Xét công thức

$$\{x \mid \underbrace{\exists y (R(x, y))}_{\text{Công thức 1}} \wedge \underbrace{\exists z (\neg R(x, z) \wedge P(x, z))}_{\text{Công thức 2}}\}$$

- R là quan hệ có tập các giá trị hữu hạn
- Cũng có 1 tập hữu hạn các giá trị không thuộc R
- Công thức 1: chỉ xem xét các giá trị trong R
- Công thức 2: không thể kiểm tra khi không biết tập giá trị hữu hạn của z

© Bộ môn HTTT - Khoa CNTT - Trường ĐH KHTN

44

■ Cho biểu thức

$$\{ x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n) \}$$

■ Biểu thức trên được gọi là an toàn nếu:

- Những giá trị xuất hiện trong các bộ của biểu thức phải thuộc về miền giá trị của P
- Lượng từ \exists : biểu thức $\exists x (Q(x))$ đúng khi và chỉ khi xác định được giá trị của x thuộc $\text{dom}(Q)$ làm cho $Q(x)$ đúng
- Lượng từ \forall : biểu thức $\forall x (Q(x))$ đúng khi và chỉ khi $Q(x)$ đúng với mọi giá trị của x thuộc $\text{dom}(Q)$

